



CLIMPACT

ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

NEWSLETTER #1

Περιεχόμενα

4

Μανώλης Πλειώνης

Η Επιστήμη στην υπηρεσία της Πολιτείας και της Κοινωνίας για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

7

Νίκος Μιχαλόπουλος

Εθνικό Δίκτυο για την Κλιματική Αλλαγή και τις Επιπτώσεις της

10

Χρήστος Σ. Ζερεφός

Η μελέτη της Κλιματικής Αλλαγής και των επιπτώσεών της στην Ελλάδα

13

Αριστομένης Καραγεώργης

Ο Πυλώνας 1: Επιστήμη και Υψηλής ποιότητας δεδομένα σχετιζόμενα με την Κλιματική Αλλαγή

16

Δημήτρης Μελάς

Ο Πυλώνας 2: Κλιματική Αλλαγή: Επιπτώσεις, προσαρμογή, αντιμετώπιση, οικονομική αποτίμηση

19

Αναστάσιος Ι. Στάμου

Ο Πυλώνας 3: Εκτίμηση και Αντιμετώπιση του Κινδύνου από Φυσικές Καταστροφές

22

Πρώτα αποτελέσματα της δράσης

Οι επιπτώσεις του Lockdown για τη μείωση της εξάπλωσης του COVID-19, στα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα

24

Νέα - Ανακοινώσεις

Η Επιστήμη στην υπηρεσία της Πολιτείας και της Κοινωνίας για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής



Καθηγητής
Μανώλης Πλειώνης

Διευθυντής και
Πρόεδρος ΔΣ
Εθνικού Αστεροσκοπείου
Αθηνών (ΕΑΑ)

Συντονιστής
του Climpact

Οι χειρότερες, δυστυχώς, προβλέψεις για την ένταση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της επιβεβαιώνονται καθημερινά. Η πρόσφατη μελέτη που συνέταξε ο Διεθνής Μετεωρολογικός Οργανισμός και που ανακοινώθηκε από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών στις 10 Μαρτίου 2020 καταδεικνύει ότι η κλιματική αλλαγή έχει πολύ μεγάλη επίδραση σε όλους τους τομείς του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και στην υγεία και την ευημερία του παγκόσμιου πληθυσμού. Η μελέτη παρουσιάζει στοιχεία σχετικά με την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και των ωκεανών, την επιτάχυνση της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και της τήξης των πάγων – αλλά και σχετικά με τις επιπτώσεις στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη, την ανθρώπινη υγεία, τη μετανάστευση, την επισιτιστική ασφάλεια και τα χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα.

Στην Ελλάδα βιώνουμε επίσης έντονα φυσικά φαινόμενα και φυσικές καταστροφές όπως οι πρόσφατες πλημμύρες στη Μάνδρα, στη Κρήτη, την Χαλκιδική αλλά και η πυρκαγιά στο Μάτι και αλλού, που έθεσαν επί τάπητος και με τον πιο δραματικό τρόπο την επιτακτική ανάγκη εκπόνησης Εθνικών πολιτικών απομείωσης των αποτελεσμάτων της κλιματικής αλλαγής, ενίσχυσης των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης αλλά και πολιτικών αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος από τις διαχρονικές «βίαιες» ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο περιβάλλον και την άναρχη δόμηση. Το χρέος αυτό της Πολιτείας πρέπει να μετουσιώνεται σε μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, εκπονώντας παράλληλα εθνικές πολιτικές αλλαγής του παραγωγικού μοντέλου, ευνοώντας την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και υλοποιώντας άμεσες πολιτικές προσαρμογής στις νέες συνθήκες.

Η επιστήμη μπορεί και πρέπει να συνεισφέρει σε αυτή την προσπάθεια αναπτύσσοντας υπηρεσίες και εργαλεία για την ενίσχυση της Πολιτείας στην αντιμετώπιση έντονων φυσικών φαινομένων και φυσικών ή ανθρωπογενών καταστροφών. Οι επιστήμονες, που εδώ και δεκαετίες έχουν κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου για τα δραματικά αποτελέσματα που θα έχει η κλιματική αλλαγή, καλούνται πλέον παγκοσμίως να αναπτύξουν συστήματα παρακολούθησης των κλιματικών παραμέτρων, μελέτης των επιπτώσεων της στην κοινωνία και την οικονομία, αλλά και εργαλεία έγκαιρης πρόγνωσης έντονων φυσικών φαινομένων με στόχο την αποτελεσματική πρόληψη και τη χάραξη στρατηγικής για την αντιμετώπιση των φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών.

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ), ανταποκρινόμενο σε αυτή την αναγκαιότητα και αντιλαμβανόμενο το χρέος του απέναντι στην κοινωνία έθεσε πρόσφατα, με ειδική απόφαση του Διοικητικού του Συμβουλίου, ως έναν από τους βασικούς στρατηγικούς του πυλώνες το θέμα της κλιματικής αλλαγής με στόχο την περαιτέρω ανάπτυξη τόσο της ερευνητικής του δραστηριότητας όσο και της παροχής εμπειρογνομosύνης και ανάπτυξης καινοτόμων υπηρεσιών σε θέματα πρόληψης των κινδύνων, απομείωσης επιπτώσεων και προσαρμογής στις νέες κλιματικές συνθήκες.

Σε αυτή την στόχευση του ΕΑΑ σημαντικό ρόλο παίζει τόσο η ύπαρξη ενός εξαιρετικά εκτεταμένου και μοναδικού στην Ελλάδα δικτύου 700 περίπου επίγειων μετρητικών σταθμών (μετεωρολογικών σταθμών, GPS σειсмоγράφων, επιταχυνσιογράφων, παλιρροιογράφων, ραντάρ, κεραιών, μαγνητομέτρων, κλπ) που καλύπτουν όλη την Ελληνική επικράτεια, από την Αττική έως τις εσχατιές του Καστελλορίζου, της Γαύδου και των Αντικυθήρων, όσο και η ύπαρξη εξειδικευμένου κέντρου συλλογής, ανάλυσης και διανομής δορυφορικών δεδομένων από μεγάλο αριθμό δορυφορικών συστημάτων (πολικής τροχιάς, γεωστατικών και χαμηλής τροχιάς).

Επιπλέον, το ΕΑΑ σύστησε πρόσφατα την νέα μεγάλη υποδομή του Παρατηρητήριου Γεωεπιστημών και Κλιματικής Αλλαγής (ΠΑΓΓΑΙΑ) στα Αντικύθηρα, μια πρόταση του ΕΑΑ που επιλέχτηκε από την Πολιτεία και την Τράπεζα Ευρωπαϊκών Επενδύσεων να χρηματοδοτηθεί, ώστε να δημιουργηθεί ένας επιστημονικός υπερσταθμός για την παρακολούθηση κρίσιμων κλιματικών παραμέτρων και θερμοκηπικών αερίων, στα πρότυπα του Συστήματος Παρακολούθησης του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού, αλλά και σταθμός παρακολούθησης γεωφυσικών φαινομένων και παραμέτρων της ευρύτερης περιοχής.

Στα πλαίσια της νέας στρατηγικής του ΕΑΑ αλλά και των δυνατοτήτων του που βασίζονται στο πυκνό πανελλαδικό δίκτυο υποδομών του, ξεκίνησε πριν από 3 περίπου χρόνια συνεργασία με τον Τομέα Έρευνας & Καινοτομίας του ΥΠΠΕΘ, ώστε να χρηματοδοτηθεί μια Εμβληματική Πρωτοβουλία με θέμα την κλιματική αλλαγή και στόχο το συντονισμό σε Πανελλαδική κλίμακα δικτύου φορέων (με το ακρωνύμιο CLIMPACT) για την ενοποίηση, εναρμονισμό και βελτιστοποίηση των υφιστάμενων κλιματικών υπηρεσιών και συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για έντονα φυσικά φαινόμενα και φυσικές καταστροφές στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των υποστηρικτικών παρατηρήσεων από τις σχετικές εθνικές υποδομές. Την απόφαση να χρηματοδοτηθεί η δράση Εθνικού Συντονισμού για την κλιματική αλλαγή από τον τομέα Έρευνας και Καινοτομίας του ΥΠΠΕΘ αγκάλιασε η νέα πολιτική ηγεσία του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων και έλαβε τελική υπογραφή από τον Υφυπουργό Ανάπτυξης και Έρευνας, Χρήστο Δήμα, τον Οκτώβριο του 2019.

Το δίκτυο CLIMPACT που αποτελείται από έντεκα εμβληματικούς, εθνικούς, επιστημονικούς φορείς και πιο συγκεκριμένα την Ακαδημία Αθηνών, το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, το Εθνικό

Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Πανεπιστήμιο Κρήτης, το Πολυτεχνείο Κρήτης, το Ερευνητικό Κέντρο ΑΘΗΝΑ και το Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, με συντονιστή φορέα το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, επιδιώκει τη συνεργασία με την Εθνική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή, με την Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδος αλλά και με άλλες σχετικές πρωτοβουλίες και δράσεις ώστε να αποτελέσει πόλο έγκυρης και πολύπλευρης εμπειρογνωμοσύνης και συμβουλευτικό όργανο της Πολιτείας και της Κοινωνίας. Οι πολύπλευρες δράσεις του CLIMPACT, που έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται, παρουσιάζονται διεξοδικά στο παρόν 1^ο Newsletter.



Νίκος Μιχαλόπουλος

Διευθυντής του
Ινστιτούτου Ερευνών
Περιβάλλοντος και Βιώσιμης
Ανάπτυξης του Εθνικού
Αστεροσκοπείου Αθηνών
(ΕΑΑ)

Επιστημονικά υπεύθυνος
του Climpact

Εθνικό Δίκτυο για την Κλιματική Αλλαγή και τις Επιπτώσεις της

Υφιστάμενη κατάσταση

Είναι ευρέως αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα ότι τα τελευταία 150 χρόνια ο πλανήτης μας γνωρίζει μια συστηματική αύξηση της θερμοκρασίας (κατά περίπου 1 βαθμό Κελσίου), η οποία είναι πιο έντονη την τελευταία 50ετία (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2018). Αυτή σχετίζεται άμεσα με την αύξηση των επιπέδων των θερμοκηπικών αερίων με κύριο πρωταγωνιστή το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) αλλά και ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως το μεθάνιο, οι αλογονάνθρακες, το όζον και τα αερολύματα που επηρεάζουν σημαντικά το θερμικό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας. Αυτές οι ενώσεις απορροφούν την εξερχόμενη από τη γη ακτινοβολία και την επανεκπέμπουν θερμαίνοντας την επιφάνεια της γης και την κατώτερη ατμόσφαιρα.

Η αύξηση της θερμοκρασίας συνοδεύεται από έντονα καιρικά φαινόμενα και ακραίες μεταβολές του μέσου κλίματος, αύξηση της στάθμης και του θερμικού περιεχομένου της θάλασσας. Μιλάμε με βεβαιότητα πλέον για ρυθμό αύξησης της στάθμης της θάλασσας κατά τον 20^ο αιώνα, ο οποίος υπολογίστηκε συνεργιστικά με χρήση ποικίλων υπολογιστικών μεθόδων και μετρήσεων, στα 1.7 mm το χρόνο μεταξύ 1900 και 2010 (εύρος εκτιμήσεων 1.5 με 1.9 mm y⁻¹) και περίπου 2 φορές ταχύτερο τα τελευταία χρόνια (3.2 mm y⁻¹ μεταξύ 1993 και 2010 με εύρος εκτιμήσεων μεταξύ 2.8 και 3.6 mm y⁻¹).

Οι ακραίες μεταβολές του μέσου κλίματος λόγω της κλιματικής αλλαγής, έχουν προκαλέσει σε παγκόσμιο επίπεδο, την δεκαετία 2005-2014, οικονομικές απώλειες της τάξης του 1 τρισεκατομμυρίου Ευρώ αυξημένες κατά περίπου 10 φορές σχετικά με την δεκαετία του 1970 (World Meteorological Organization, WMO).

Η περιοχή μας, η Μεσόγειος και η ειδικότερα η ανατολική λεκάνη της, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην κλιματική αλλαγή. Βρίσκεται στο σταυροδρόμι πολιτισμών αλλά και ατμοσφαιρικών διεργασιών, επηρεαζόμενη τόσο από τροπικά όσο και από πολικά συστήματα αερίων μαζών, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Με την προβλεπόμενη από τα κλιματικά μοντέλα επέκταση της ενδοτροπικής ζώνης, το νότιο τμήμα της χώρας θα επηρεάζεται όλο και περισσότερο από τροπικές αέριες μάζες. Για την Ελλάδα, τα κλιματικά μοντέλα για ένα «μέσο» σενάριο (A1B) προβλέπουν αύξηση της θερμοκρασίας έως 3.5 – 4.0° C, με μείωση της βροχόπτωσης κατά περίπου 30% μέχρι τα τέλη του αιώνα. Χαρακτηριστικά προβλέπεται ότι οι θερμότερες μέρες

Η πρωτοβουλία προβλέπει τη δημιουργία διεπιστημονικής κοινοπραξίας, που θα αποτελέσει το κύριο συμβουλευτικό όργανο για την Πολιτεία και τους πολίτες σε θέματα κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτήν. //

στην Αθήνα τους τωρινούς καλοκαιρινούς μήνες θα είναι οι δροσερότερες στα τέλη του 2100. Η Μεσόγειος, και ιδιαίτερα η Ανατολική, φαίνεται να θερμαίνεται γρηγορότερα από τη παγκόσμια μέση αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, η αναμενόμενη μείωση της χειμερινής βροχόπτωσης και η αύξηση των πυρκαγιών κατά το θέρος λόγω της εκτεταμένης ξηρασίας, θα έχουν σημαντικές αναδράσεις στο κλίμα αλλά και στην ποιότητα του αέρα στη περιοχή μας.

Ενδεικτικές προβλεπόμενες επιπτώσεις για την Ελλάδα, που έχουν αρχίσει ήδη να διαφαίνονται, είναι:

- Αύξηση μεγίστων ημερήσιων/νυχτερινών θερμοκρασιών (κατά συνέπεια αύξηση αναγκών κλιματισμού/κατανάλωσης ενέργειας το καλοκαίρι).
- Ενίσχυση παραγωγής φωτοχημικών ρύπων και αύξηση των ασθενειών που προκαλούνται από φορείς (vector-borne diseases).
- Θερμική δυσφορία.
- Μεταβολή της περιόδου των καλλιεργειών.
- Έντονη ξηρασία (με έμφαση σε νότια, ανατολικά ηπειρωτικά και Κρήτη).
- Αύξηση δασικών πυρκαγιών (με έμφαση σε όλη την ανατολική Ελλάδα).
- Αύξηση πλημμυρικών φαινομένων.
- Διάβρωση των ακτών.
- Εισροή θαλάσσιου νερού στα υπόγεια γλυκά νερά.
- Αλλαγή στη βιοποικιλότητα.

Σύμφωνα με την Έκθεση της Τράπεζας της Ελλάδας (2011), σε περίπτωση μη λήψης μέτρων οι παραπάνω επιπτώσεις μπορεί να στοιχήσουν στην Ελληνική Οικονομία έως και 700 δισεκατομμύρια Ευρώ έως τα τέλη του αιώνα.

Στόχος της προτεινόμενης εμβληματικής πρωτοβουλίας

Αν και ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής απαιτεί διεθνείς συμφωνίες για συντονισμένες τοπικές δράσεις, η προσαρμογή γίνεται σε τοπικό επίπεδο. Για αυτό η χώρα μας χρειάζεται 1) τόσο να στοιχειοθετήσει άμεσα με τις τρέχουσες επιστημονικές γνώσεις τις περιβαλλοντικές επιδράσεις που έχει η κλιματική αλλαγή στη περιοχή μας, με τη χρήση δεικτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στους διάφορους κοινωνικο-οικονομικούς τομείς της χώρας και την ανθρώπινη υγεία, 2) όσο και να αναπτύξει τεχνογνωσία αιχμής και πρωτοποριακά ερ-

γαλεία σε διεθνές επίπεδο ώστε να έχει τεκμηριωμένη επιστημονική άποψη για θέματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της απορρέουσας κλιματικής αλλαγής.

Ο πρωταρχικός στόχος της προτεινόμενης εμβληματικής πρωτοβουλίας είναι η **άμεση ενοποίηση, ο εναρμονισμός και η βελτιστοποίηση των υφιστάμενων κλιματικών υπηρεσιών και συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για τις φυσικές καταστροφές σχετιζόμενες με τη κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα**, συμπεριλαμβανομένων των υποστηρικτικών παρατηρήσεων από τις σχετικές εθνικές υποδομές.

Ως εμβληματική, η προτεινόμενη πρωτοβουλία αποβλέπει επίσης στη δημιουργία ενός **επιστημονικού πυρήνα αριστείας στην έρευνα**, για την παραγωγή νέας γνώσης σχετικά με τη κλιματική αλλαγή, μέσω της υποστήριξης καινοτόμων μελετών (υπολογιστικών και πειραματικών) για την μείωση των αβεβαιοτήτων στα κλιματικά μοντέλα, καθώς υπάρχει αυτή τη στιγμή ένας πυρήνας εξαιρετικών ελλήνων επιστημόνων που εμπλέκεται ενεργά στα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής.

Η εν λόγω δράση θα αξιοποιήσει επίσης τις τρέχουσες υποδομές του Εθνικού οδικού χάρτη (PANACEA, HIMIOFoTS) και θα δράσει συμπληρωματικά με έργα που ήδη εκτελούνται π.χ «Πρόγραμμα Life-IP» προσαρμογή στην κλιματική Αλλαγή; Συντονιστής Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας) αλλά και «Έκθεση της Τράπεζα της Ελλάδας για την κλιματική αλλαγή».

Η πρωτοβουλία **προβλέπει τη δημιουργία διεπιστημονικής κοινοπραξίας, που θα αποτελέσει το κύριο συμβουλευτικό όργανο για την Πολιτεία** και τους πολίτες σε θέματα κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτήν. Μέσω της επιστημονικής αριστείας και της ανάπτυξης καινοτόμων υπολογιστικών και μετρητικών συστημάτων για την μελέτη της κλιματικής αλλαγής, η προτεινόμενη εμβληματική πρωτοβουλία αποσκοπεί σε βάθος χρόνου στην εδραίωση της κοινοπραξίας αυτής σε διεθνές επίπεδο ως ισότιμο επιστημονικό συνομιλητή με αυτές των άλλων χωρών σε θέματα περιβάλλοντος και κλιματικής αλλαγής με τη δυνατότητα να επηρεάσει την λήψη αποφάσεων τόσο για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και σε διεθνές επίπεδο, όσο και για θεματικές έρευνες σχετικές με τη κλιματική αλλαγή.

Η μελέτη της Κλιματικής Αλλαγής και των επιπτώσεών της στην Ελλάδα



Χρήστος Σ. Ζερεφός

Ακαδημαϊκός και Εθνικός Εκπρόσωπος για την Κλιματική Αλλαγή

Η μελέτη της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα έχει ήδη ιστορία 23 και πλέον αιώνων, ξεκινώντας από τα μετεωρολογικά του Αριστοτέλη μέχρι τις σημερινές απόψεις περί των κλιματικών αλλαγών. Κατά την κλασική και βυζαντινή περίοδο επεκράτησαν οι απόψεις του Αριστοτέλη για την ύπαρξη νομοτέλειας, βάσει της οποίας συμβαίνουν οι κλιματικές αλλαγές και σε περιοχικό και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η πραγματική μελέτη όμως των κλιματικών μεταβολών στην Ελλάδα ξεκίνησε τον 20ό αιώνα με τις εργασίες των Αιγινήτη και Μαριολόπουλου, Μαριολόπουλου και Καραπιπέρη, οι οποίοι όλοι υποστήριξαν την μέχρι τη δεκαετία του 1960 σταθερότητα του κλίματος της Ελλάδος χωρίς όμως να αγνοούν την ύπαρξη των ακραίων καιρικών καταστάσεων. Αποδείχθηκε ότι η σταθερότητα αυτή δεν μπορούσε να υποστηριχθεί όχι μόνο για την Ελλάδα αλλά και για όλο τον πλανήτη φυσικά. Η σχέση του κλίματος με τη σύσταση της ατμόσφαιρας είχε γίνει σαφής από τις εργασίες του Svante Arrhenius ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα.

Οι μετρήσεις των αλλαγών των συγκεντρώσεων εκείνων των αερίων που καθορίζουν το ενεργειακό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας άρχισαν να παρακολουθούνται από τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο και μέχρι την περίοδο των δορυφόρων, δηλαδή μετά την δεκαετία του 1960. Οι αλλαγές στη σύσταση της ατμόσφαιρας σε περιοχές όπως η Μεσόγειος άρχισαν να αποτελούν κεντρικό θέμα στην παγκόσμια έρευνα για την κλιματική αλλαγή. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη δεκαετία του 1970 άρχισε να γίνεται σαφές ότι τα αιωρούμενα σωματίδια αλλά και κυρίως οι αλλαγές στη νέφωση αποτελούν σπουδαίους παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Τα πρώτα παγκόσμια κλιματικά μοντέλα που είχαν ήδη αρχίσει να αναπτύσσονται από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 έχουν ήδη φθάσει σε μεγάλη ακμή και εξέλιξη.

Το σημερινό σύστημα Copernicus, που διαθέτει μετρήσεις από σειρά δορυφόρων και εκτιμήσεις της αλληλεπίδρασης της σύστασης της ατμόσφαιρας με τις μετεωρολογικές συνθήκες, έχει οδηγήσει σε εκτιμήσεις ειδικών κλιματικών μοντέλων σχετικά με τις αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές και με την παρατηρούμενη ήδη αποσταθεροποίηση του κλίματος.

Στην Έκθεση της Τραπέζης της Ελλάδος του 2011, η Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ), την οποία έχω την τιμή να συντονίζω, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αποσταθεροποίηση του κλίματος έχει σημαντικό οικονομικό κόστος στη χώρα μας. Σε περίπτωση μη δράσεως το κόστος αυτό θα ξεπεράσει στο τέλος του 21ου αιώνα τα 700 δις ευρώ,

ενώ με την εφαρμογή κατάλληλων προγραμμάτων προσαρμογής, αυτό το κόστος μπορεί να μειωθεί μέχρι και τα 400 δις ευρώ περίπου στο τέλος του 21ου αιώνα. Εάν επιπλέον παρθούν μέτρα για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως, το κόστος αυτό θα μειωθεί ακόμα περισσότερο.

Η χώρα μας, αντιλαμβανόμενη έγκαιρα την κρισιμότητα του ζητήματος της κλιματικής αλλαγής, ακολούθησε πλήρως τις αποφάσεις της ΕΕ και έχει ήδη ενσωματώσει όλες τις σχετικές διατάξεις στην Ελληνική νομοθεσία. Επιπλέον όμως υπήρξε και από τις πρωτοπόρες χώρες στην ΕΕ οι οποίες δημιούργησαν ειδική νομοθεσία για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, μάλιστα δε το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας διεκδίκησε με επιτυχία δύο προγράμματα LIFE-IP, το ένα για τους βιοτόπους και το άλλο για την προσαρμογή της χώρας στην κλιματική αλλαγή.

Τα προγράμματα αυτά βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη. Στην Ελλάδα ήδη αναπτύχθηκαν και αναπτύσσονται εργαστήρια και παρατηρητήρια πολύ αξιόλογα για την παρακολούθηση των αλλαγών στη σύσταση της ατμόσφαιρας όχι μόνον στις μεγαλουπόλεις, αλλά και σε απομακρυσμένες περιοχές όπως στην Φινοκαλιά στην Κρήτη, στο Costa Navarino, στα Αντικύθηρα ενώ ταυτόχρονα έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικά ευρωπαϊκά ανταγωνιστικά πειράματα τα οποία έχουν σαρώσει όλη την Ελλάδα από εδάφους και αέρος. Όλα αυτά αποσκοπούν στην αναγνώριση και κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που έχει το ατμοσφαιρικό περιβάλλον στη χώρα μας.

Πολλά από αυτά τα διεθνή πειράματα έχουν αποδείξει πόσο ενεργό ατμοσφαιρικό εργαστήριο είναι η ατμόσφαιρα και οι αλληλεπιδράσεις της με την υδρόσφαιρα και τη γεώσφαιρα στην Ελλάδα. Η Ελλάδα έχει ένα ιδιαίτερο περιβάλλον το οποίο όμως ταυτόχρονα είναι και πολύ ευαίσθητο. Βεβαίως η κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα δεν συντελείται μόνο από τις τοπικές συνθήκες διατήρησης της σύστασης της ατμόσφαιράς της, αλλά επηρεάζεται και από μεγάλα συστήματα που εκτείνονται από τους μουσώνες και το θερμικό του Ιράκ μέχρι τις αλλαγές στα θερμοδυναμικά συστήματα των Βαλκανίων. Οι αλλαγές αυτών των συστημάτων και των παγκόσμιων κλιματικών κέντρων δραστηριότητας, όπως είναι ο Ινδικός Ωκεανός, οι χαμηλές πιέσεις στο Ιράκ, ο αντικυκλώνας της Σιβηρίας και ο αντικυκλώνας των Αζορών μαζί με τις Σαχαριανές υφέσεις, όλα αυτά δημιουργούν ένα ευμετάβλητο και εύθραυστο κλιματικό περιβάλλον το οποίο απασχολεί τους ειδικούς, τουλάχιστον τα τελευταία 40 χρόνια.

Η Ελληνική Πολιτεία συνέστησε την Εθνική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, μία θέση Εθνικού Εκπροσώπου για την Κλιματική Αλλαγή, καθώς και διυπουργικές επιτροπές που έχουν σχέση με την προσαρμογή. Στο ερευνητικό επίπεδο στη χώρα μας εξακολουθεί να λειτουργεί η ΕΜΕΚΑ και ανταγωνιστικά προγράμματα όπως η Εμβληματική Δράση της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης για την κλιματική αλλαγή αλλά και η σημαντική χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα

Επενδύσεων της κλιματικής δράσης στα Αντικύθηρα, πρόγραμμα που συνεχίζεται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Η Ελλάδα έπαιξε πάντα έναν σημαντικό ρόλο κατά τις τελευταίες δεκαετίες στα ζητήματα των πλανητικών αλλαγών γενικώς, τόσο στις μελέτες που οδήγησαν στη δημιουργία του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, το οποίο όλοι οι Γενικοί Γραμματείς του ΟΗΕ θεώρησαν ως το πλέον επιτυχές Πρωτόκολλο του Οργανισμού, καθώς και δράσεις και συμβάσεις που έχουν άμεση σχέση με την οικολογική ισορροπία, τη θάλασσα και τις αλληλεπιδράσεις βιόσφαιρας-υδρόσφαιρας-γεώσφαιρας-ατμόσφαιρας.

Οι προκλήσεις του μέλλοντος είναι πολύ μεγάλες και μπορεί να είναι πολύ δαπανηρές, ιδίως δε όταν συμπίπτουν με κρίσεις παγκόσμιες, οικονομικές, επιδημιολογικές ή και μεταναστευτικές. Οι επιτροπές που αναφέρθηκαν παραπάνω θα πρέπει να βρίσκονται σε μία αρμονική συνεργασία ούτως ώστε να προκύψουν οι καλύτερες συστάσεις για την άμυνα της χώρας σε αυτά τα ακραία συνεργιστικά θέματα.



Αριστομένης
Καραγεώργης

Αντιπρόεδρος ΔΣ Ελληνικού
Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών
(ΕΛΚΕΘΕ)

Συντονιστής των δράσεων
του Πυλώνα 1

Ο Πυλώνας 1

Επιστήμη και Υψηλής ποιότητας δεδομένα σχετιζόμενα με την Κλιματική Αλλαγή

Ο Πυλώνας 1 της Εμβληματικής Πρωτοβουλίας για την κλιματική αλλαγή, με τίτλο «Επιστήμη και Υψηλής ποιότητας δεδομένα σχετιζόμενα με την κλιματική αλλαγή» θα υλοποιηθεί με τη συνεργασία πλειάδας ακαδημαϊκών και ερευνητικών φορέων της χώρας. Συγκεκριμένα, οι δράσεις θα αναπτυχθούν από την Ακαδημία Αθηνών, το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, το Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας, το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών Δημόκριτος, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Πανεπιστήμιο Κρήτης, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, το Πολυτεχνείο Κρήτης και το Ερευνητικό Κέντρο Καινοτομίας στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας, των Επικοινωνιών και της Γνώσης ΑΘΗΝΑ.

Στόχος των δράσεων του Πυλώνα 1 είναι η συλλογή και διάθεση κλιματικών παραμέτρων και εκτιμήσεων από το παλαιοκλίμα μέχρι το πρόσφατο παρελθόν και παρόν. Σε αυτές περιλαμβάνονται δεδομένα κλιματικών μεταβολών από την αρχαιότητα μέχρι την έναρξη των μετρήσεων στην Ελλάδα καθώς και χωροχρονικά χαρακτηριστικά του κλίματος από άμεσες και έμμεσες πηγές. Η σύγχρονη περίοδος συλλογής κλιματικών παραμέτρων περιλαμβάνει δεδομένα του ατμοσφαιρικού και θαλάσσιου περιβάλλοντος, δεδομένα θερμοκηπικών αερίων από επίγειες και δορυφορικές παρατηρήσεις, υπολογιστικές προσομοιώσεις αλλά και πειραματικές εκστρατείες συλλογής νέων δεδομένων. Τελικός στόχος είναι η μετατροπή αυτών σε προϊόντα, εργαλεία και υπηρεσίες που υποστηρίζουν την προσαρμογή, τον μετριασμό και τη διαχείριση του κινδύνου καταστροφών από την ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή.

Ο Πυλώνας 1 χωρίζεται σε τρία πακέτα εργασίας ως εξής:

Πακέτο Εργασίας 1

«Κλιματικές παράμετροι και εκτιμήσεις από το παλαιοκλίμα μέχρι το πρόσφατο παρελθόν».

Αφορά εκτιμήσεις μακροχρόνιων διακυμάνσεων του κλίματος από την ιστορική περίοδο μέχρι την έναρξη των μετρήσεων τον 19ο αιώνα στην Ελλάδα. Οι εκτιμήσεις θα βασισθούν σε ιστορικά κείμενα, σε έμμεσες μετρήσεις (δακτύλιοι δένδρων, αποθέσεις γύρεως σε λιμναία και θαλάσσια ιζήματα, σπηλαιοαποθέματα) καθώς και προσομοιώσεις μοντέλων παλαιοκλίματος. Οι πληροφορίες για την περίοδο αυτή θα δημιουργήσουν την

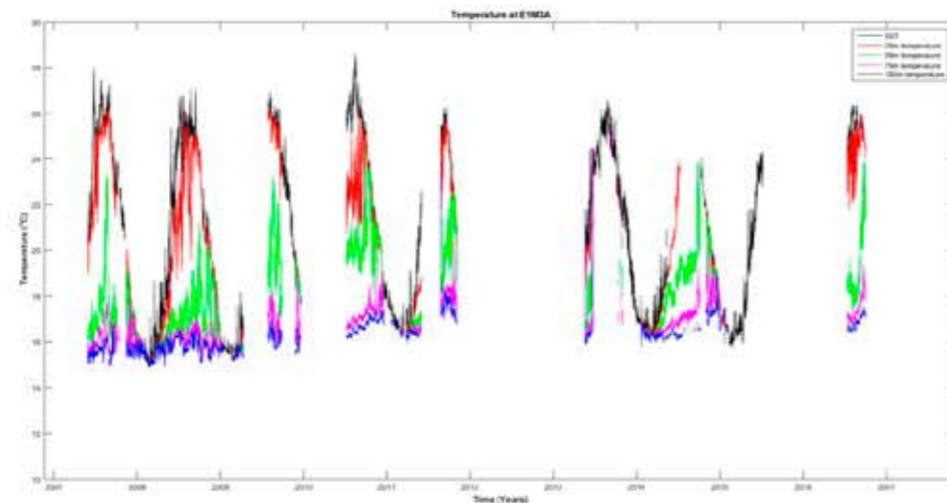
πρώτη βάση δεδομένων της Εμβληματικής Πρωτοβουλίας. Η προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί για τις τελευταίες δύο χιλιετίες στην περιοχή της Ελλάδας, όπως ήδη έχει γίνει με επιτυχία χωριστά για τους χειμώνες και τα θέρη της Μεσογείου. Η μελέτη του παλαιοκλίματος με υψηλή ανάλυση μπορεί να συμβάλει στον καθορισμό της έντασης των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής στο σύστημα της Ανατολικής Μεσογείου, καθώς διερευνά την ανάπτυξη και εξέλιξη μεγάλης και μικρής διάρκειας κλιματικών μεταβολών, εντοπίζει τους μηχανισμούς γένεσής τους και συσχετίζει την επίδρασή τους διαχρονικά στις ανθρώπινες κοινωνίες.

Πακέτο Εργασίας 2

«Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από επίγειους σταθμούς και δορυφορικές παρατηρήσεις».

Αφορά δεδομένα της ατμόσφαιρας και του θαλάσσιου περιβάλλοντος σχετιζόμενα με την κλιματική αλλαγή καθώς και δεδομένα θερμοκηπικών αερίων. Περιλαμβάνει την αποτύπωση και μελέτη μεγάλων χρονοσειρών ωκεανογραφικών και μετεωρολογικών παραμέτρων που χαρακτηρίζονται ως δείκτες κλιματικής αλλαγής, μελέτη χρονοσειρών βιοχημικών ροών που χαρακτηρίζουν τις ανθρωπογενείς ή φυσικές μεταβολές του κύκλου του άνθρακα και την οικοσυστημική μεταβλητότητα στο θαλάσσιο περιβάλλον, μελέτη του ιστορικού τοξικών κυανοβακτηριακών ανθίσεων σε υδάτινα οικοσυστήματα, συλλογή δορυφορικών δεδομένων από συστήματα παρατήρησης του επίγειου, ατμοσφαιρικού και θαλασσίου περιβάλλοντος. Θα αναπτυχθεί αποθετήριο δεδομένων, σχήματα μεταδεδομένων περιγραφής και υπηρεσίες αναζήτησης, επεξεργασίας, ανάλυσης και διάθεσης των δεδομένων στα συστήματα πρόγνωσης ατμοσφαιρικών/κλιματικών μοντέλων και προειδοποίησης φυσικών καταστροφών, επεκτείνοντας με αυτό τον

Χρονοσειρά (2007-2017)
θερμοκρασίας θαλάσσιου
περιβάλλοντος (επιφάνεια
ως 100 μ) στο Κεντρικό
Κρητικό Πέλαγος
(πηγή: ΕΛΚΕΘΕ)



τρόπο την ευρύτερη χρήση των πληροφοριών σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο. Για το σκοπό αυτό θα υιοθετηθεί μοντέλο ελεύθερης, ανοικτής και δωρεάν χρήσης των δεδομένων, συμβατό με τις Ευρωπαϊκές ΕΥ, ώστε να αποτελέσει έναν επιστημονικό πολλαπλασιαστή σε ότι αφορά την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Πακέτο Εργασίας 3

«Πειραματικές εκστρατείες για τη βελτίωση της πρόβλεψης των άμεσων (σε βάθος των επόμενων δεκαετιών) αλλαγών στο κλίμα».

Με στόχο τη εσωτερική δικτύωση των Ελληνικών ερευνητικών ομάδων αλλά και με τις αντίστοιχες ομάδες του εξωτερικού στο πεδίο των σύνθετων παρατηρήσεων κλιματικών παραμέτρων, που αφορούν τα αποτελέσματα των βραχύβιων κλιματικά συστατικών του αερολύματος, θα διεξαχθεί πειραματική εκστρατεία μετρήσεων το καλοκαίρι του 2020. Θα μετρηθούν κρίσιμα ατμοσφαιρικά χαρακτηριστικά, σε μια σειρά τοποθεσιών που θα καλύπτουν το σύνολο του Ελλαδικού χώρου για τη σύνδεση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με την κλιματική αλλαγή. Εκτός από τις Ελληνικές ερευνητικές ομάδες και οργανισμούς, θα προσκληθούν να συμμετάσχουν μερικές από τις καλύτερες ερευνητικές ομάδες στην Ευρώπη αλλά και στην Αμερική. Η διεθνής αυτή συνεργασία θα συνεισφέρει αποφασιστικά στη δικτύωση και στη δημιουργία εθνικής βάσης δεδομένων, με σκοπό την πιλοτική χρήση της σε κλιματικά σενάρια πρόγνωσης.

Ο Πυλώνας 2

Κλιματική αλλαγή: Επιπτώσεις, Προσαρμογή, Αντιμετώπιση, Οικονομική αποτίμηση



Δημήτρης Μελάς

Καθηγητής του
Αριστοτελείου Πανεπιστημίου
Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)

Συντονιστής των δράσεων
του Πυλώνα 2

Ο Πυλώνας 2 σχετίζεται με τον προσδιορισμό των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, αλλά και με την σύνδεση των επιπτώσεών της με την οικονομία της χώρας. Ο κεντρικός στόχος του Πυλώνα 2 είναι η ανάπτυξη μεθοδολογιών και εργαλείων που θα αξιολογούν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και των μέτρων που θα ληφθούν για την αντιμετώπιση των συνεπειών της. Επιπλέον, θα διαμορφωθούν/αξιολογηθούν τα σενάρια και οι επιπτώσεις, στο κοινωνικό σύνολο, της απανθρακοποίησης της Ελληνικής οικονομίας στο χρονικό ορίζοντα του 2050.

Στις εργασίες του πυλώνα 2 συμμετέχουν το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, η Ακαδημία Αθηνών, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», το Πολυτεχνείο Κρήτης και το Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών. Τον ρόλο συντονιστή έχει αναλάβει για τον συγκεκριμένο πυλώνα το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Οι εργασίες του πυλώνα 2 διαμοιράζονται σε τρία επιμέρους πακέτα εργασίας:

A. Πακέτο Εργασίας 4

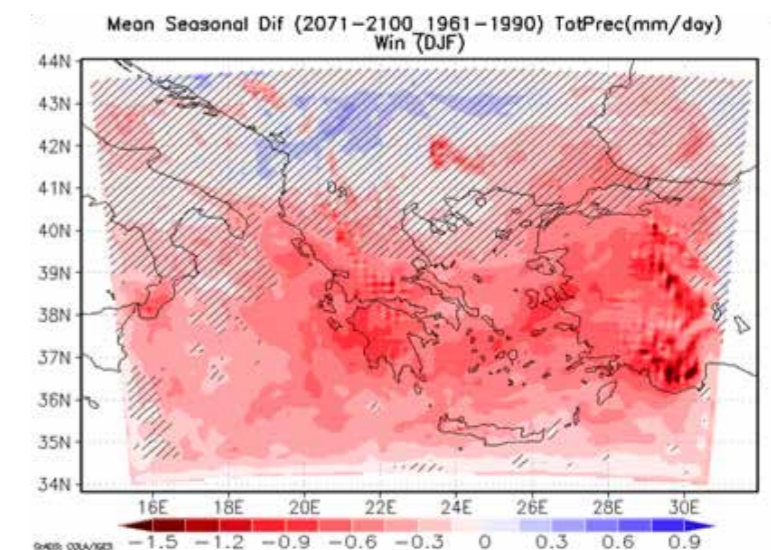
Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου πακέτου θα χρησιμοποιηθούν ημερήσια μετεωρολογικά δεδομένα από προσομοιώσεις περιοχικών κλιματικών μοντέλων υψηλής ανάλυσης (12.5km) από το πρόγραμμα CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment). Μετά την αξιολόγηση των μοντέλων, θα γίνει η επιλογή των καλύτερων προσομοιώσεων και θα παραχθούν υψηλής ανάλυσης ενιαίες μέσες (ensemble) προσομοιώσεις για κάθε μελλοντικό σενάριο κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης. Βάση των ενιαίων προσομοιώσεων θα γίνει υπολογισμός τόσο κλιματικών παραμέτρων όσο και κλιματικών δεικτών για την Ελλάδα για τις μελλοντικές περιόδους 2021-2050 και 2071-2100 σε σχέση με την πρόσφατη 30-ετή περίοδο ελέγχου 1976-2005. Το σχήμα 1 δείχνει σχετικό παράδειγμα υπολογισμού της μεταβολής στον υετό για τον χειμώνα μεταξύ της μελλοντικής περιόδου 2071-2100 (υπό το σενάριο A1B) και της περιόδου αναφοράς 1961-1990 σύμφωνα με προσομοιώσεις υψηλής ανάλυσης με το περιοχικό κλιματικό μοντέλο RegCM3.

B. Πακέτο Εργασίας 5

Το πακέτο 5 αφορά στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους τομείς του τουρισμού, της γεωργίας και των δασών με βάση τα αποτελέσματα του πακέτου εργασίας 4.

- Όσον αφορά τον **τουρισμό**, θα παραχθούν κλιματικοί δείκτες (πχ. Tourism Climate Index και Physiological Equivalent Temperature), οι οποίοι θα προσδιορίζουν την **ελκυστικότητα της χώρας ως τουριστικού προορισμού** σε σχέση με άλλους ανταγωνιστικούς προορισμούς της Μεσογείου και της βόρειας Ευρώπης, λαμβάνοντας υπόψη και τις προτιμήσεις των τουριστών.
- Η εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη **γεωργία** θα γίνει με βάση τη μεταβολή της ποσότητας/ποιότητας του διαθέσιμου ύδατος και τις αλλαγές χρήσεων γης. Στα πλαίσια αυτά, θα **αναδειχθούν οι ευπαθείς καλλιέργειες**, θα εκτιμηθεί η **επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε επιλεγμένες καλλιέργειες** μέσω κλιματικών δεικτών με χρήση αγρονομικών μοντέλων, ενώ θα εξεταστεί και το σύνολο των **επιπτώσεων σε φυσικούς και οικονομικούς όρους**.
- Για τον τομέα των **δασών**, θα αναλυθούν **στατικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών**, θα αξιολογηθεί ο **κίνδυνος εκδήλωσής τους στο μέλλον** μέσω κλιματικών δεικτών (πχ. του FWI), ενώ θα προταθούν και δράσεις προσαρμογής. Πρέπει να τονιστεί ότι η Μεσόγειος είναι από τα 'hot-spots' όσον αφορά το μέλλον των πυρκαγιών, διότι η υπερθέρμανση συνδυάζεται με μείωση των βροχοπτώσεων.

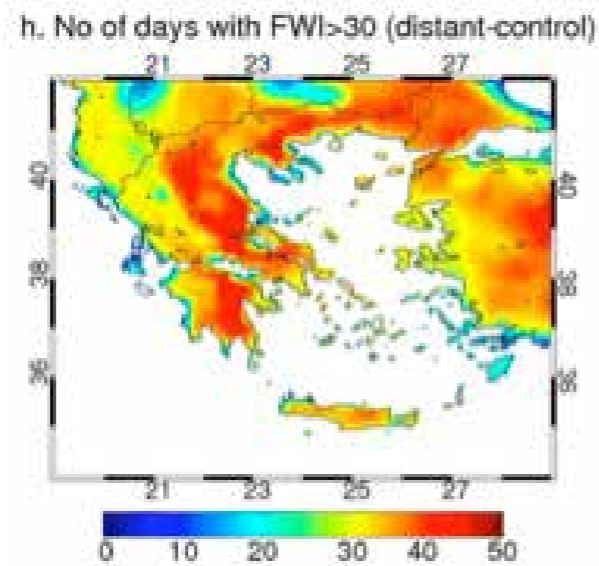
Σχήμα 1. Μέση εποχιακή μεταβολή βροχοπτώσης (mm/ημέρα) μεταξύ της μελλοντικής περιόδου 2071-2100 και της περιόδου αναφοράς 1961-1990 για τον χειμώνα. Η σκίαση γραμμής υποδεικνύει περιοχές στις οποίες οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. (πηγή: Zanis et al., 2015)



Γ. Πακέτο Εργασίας 6

Το πακέτο 6 επικεντρώνεται στην **αξιολόγηση σεναρίων εξέλιξης εκπομπής θερμοκηπικών αερίων** που έχουν αναπτυχθεί για την Ελλάδα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, την Ελληνική πολιτεία, αλλά και Ακαδημαϊκούς φορείς με έμφαση στα **σενάρια πολύ χαμηλών εκπομπών στο χρονικό ορίζοντα του 2050** και ταυτόχρονη ανάδειξη των παρεμβάσεων/τεχνολογιών που οδηγούν προς αυτήν την κατεύθυνση. Τέτοια σενάρια στοχεύουν στον περιορισμό της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας σε επίπεδα +1.5-2°C έως το 2050-2065. Για τις εξεταζόμενες παρεμβάσεις, θα εκτιμηθούν **οι επιπτώσεις τους στην οικονομία** (π.χ. συμβολή στο ΑΕΠ και τα δημόσια έσοδα), **στο περιβάλλον** (π.χ. επιπτώσεις στην υγεία και μεταβολή των ατμοσφαιρικών ρύπων) και **στην κοινωνία** (π.χ. ενεργειακή φτώχεια). Ιδίως σε ό,τι αφορά τις κοινωνικές διαστάσεις της κλιματικής αλλαγής και των δράσεων μετριασμού των εκπομπών, θα διεξαχθεί πιλοτική ποιοτική έρευνα και πανελλαδική έρευνα γνώμης. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθεί καταγραφή και ανάλυση της κάλυψης των θεμάτων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και τις πολιτικές που υιοθετούνται στα ελληνικά μέσα ενημέρωσης (media monitoring).

Τέλος, θα διερευνηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην **προσφορά/παραγωγή** (π.χ. επίδραση κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα των διαφόρων τύπων μονάδων παραγωγής ενέργειας) και **ζήτηση ενέργειας** (π.χ. θέρμανση/κλιματισμός). Με βάση τις αναλύσεις αυτές, θα αναδειχθούν τα πλέον αποτελεσματικά σενάρια **απανθρακοποίησης της Ελληνικής οικονομίας** στο χρονικό ορίζοντα του 2050, οι τεχνολογίες που θα πρέπει να εφαρμοστούν και οι απαραίτητες πολιτικές προώθησής τους.



Σχήμα 2. Μεταβολή του αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς μεταξύ της μελλοντικής περιόδου 2071-2100 και της περιόδου αναφοράς 1961-1990.

Ο Πυλώνας 3

Εκτίμηση και Αντιμετώπιση του Κινδύνου από Φυσικές Καταστροφές



Αναστάσιος Ι. Στάμου

Διευθυντής Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Υδραυλικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ)

Συντονιστής των δράσεων του Πυλώνα 3

Οι δράσεις του Πυλώνα 3 στοχεύουν στην εκτίμηση, διαχείριση και μείωση του κινδύνου από φυσικές καταστροφές που μπορεί να προκαλέσουν την απώλεια ανθρώπινων ζωών, οι οποίες συνδέονται με την κλιματική αλλαγή, και είναι κυρίως οι πυρκαγιές και οι πλημμύρες. Οι δράσεις αυτές υλοποιούνται με 5 Πακέτα Εργασίας (ΠΕ7 μέχρι ΠΕ11), από ερευνητές του ΕΑΑ, του ΕΜΠ, του ΕΚΠΑ και του ΑΠΘ.

Το ΠΕ7 έχει ως στόχο τη **δημιουργία υποδομής** για (1) ένα προηγμένο πληροφοριακό σύστημα που επεξεργάζεται αναλυτικά ιστορικά δεδομένα πυρκαγιών και πλημμυρών και αναγνωρίζει τάσεις στη συμπεριφορά και εμφάνισή τους και (2) μια βάση δεδομένων με δυναμικούς χάρτες εποπτείας φυσικών καταστροφών σε όλη την Ελληνική επικράτεια για την περίοδο 2000-2020.

Το ΠΕ8 αποσκοπεί στην εκτίμηση της **διακινδύνευσης, της τρωτότητας και του κινδύνου** των δασικών πυρκαγιών σε επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας (βλ. Εικόνα 1). Στην επιλογή των περιοχών δίνεται προτεραιότητα στις περιοχές μικτής ζώνης, όπως κατοικίες και δάση, οι οποίες παρουσιάζουν υψηλό κίνδυνο απώλειας ανθρώπινων ζωών, ειδικά σε περιπτώσεις ακραίας εξέλιξης του μετώπου της πυρκαγιάς, όπως αυτής στο Μάτι Αττικής τον Ιούλιο του 2018. Η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιών πραγματοποιείται με βάση (1) μελέτη επικινδυνότητας που περιλαμβάνει την ανάλυση ιστορικών δεδομένων και των τάσεων που οδήγησαν στην εμφάνισή τους και (2) προσομοιώσεις εξάπλωσης πυρκαγιών με το μοντέλο IRIS του κόμβου ΜΕΤΕΟ για διάφορα σενάρια μετεωρολογικών συνθηκών που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου.



Εικόνα 1. Χάρτης κινδύνου πυρκαγιάς στις 23 Ιουλίου 2019 από το ΜΕΤΕΟ

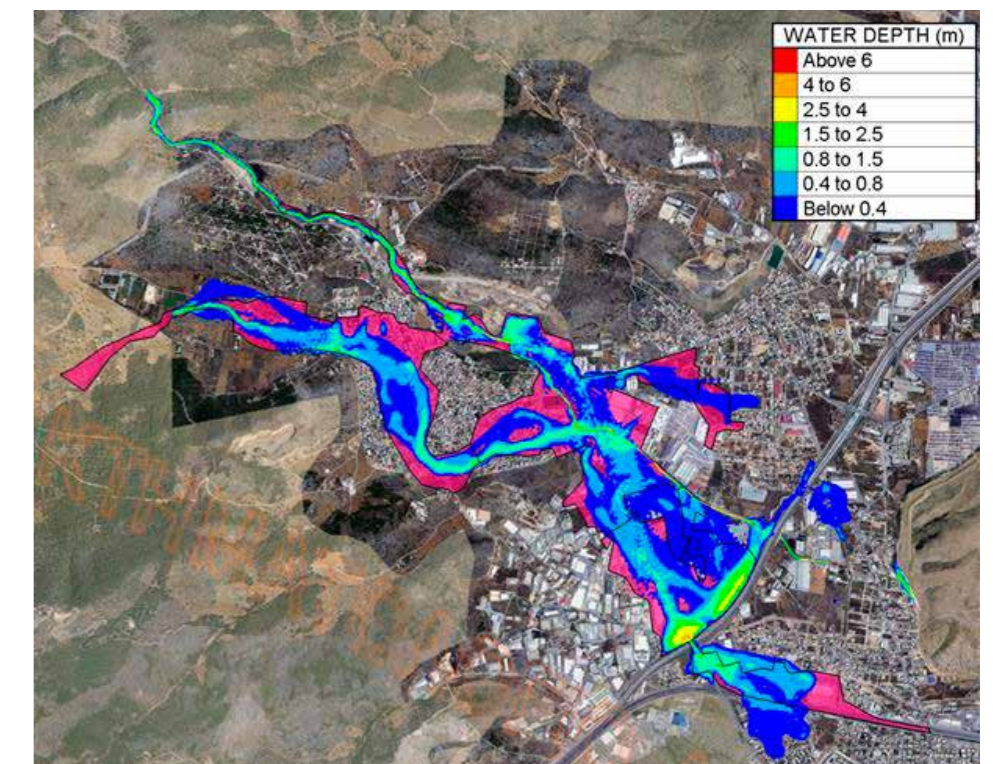
Το ΠΕ9 εστιάζει (1) στη **συστηματική παρακολούθηση** της εξάπλωσης πυρκαγιών και πλημμυρών, με έμφαση στις ταχέως εξελισσόμενες πυρκαγιές και πλημμύρες, σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο και (2) στην **εκτίμηση της επικινδυνότητας** από καύσωνες σε περιοχές της Ελλάδας, οι οποίες επιλέγονται με βάση τον υψηλό κίνδυνο απώλειας ανθρώπινων ζώων, όπως αστικές και τουριστικές περιοχές με αυξημένη διάρκεια και έντασης καυσώνων. Για την παρακολούθηση των πυρκαγιών και πλημμυρών αξιοποιούνται οι τεχνολογίες παρατήρησης της γης του Κέντρου Αριστείας BEYOND που λαμβάνουν συνεχώς μεγάλα δορυφορικά δεδομένα σε συνδυασμό με δεδομένα από δίκτυα πολιτών και παρακολουθούν την ελληνική επικράτεια.

Η εκτίμηση της διακινδύνευσης, της τρωτότητας και του κινδύνου από φυσικές καταστροφές και η παρακολούθηση της εξέλιξής τους μπορούν να αξιοποιηθούν στη διαχείρισή τους σε επιχειρησιακό επίπεδο, όπως στην έγκαιρη ενημέρωση και την υποστήριξη ενεργειών (π.χ. της διαδικασίας εκκένωσης), αλλά και σε στρατηγικό επίπεδο (σχεδιασμού), όπως π.χ. με τη διαμόρφωση κατάλληλων σχεδίων προσαρμογής.

Το ΠΕ10 και ΠΕ11 αφορούν την ανάπτυξη Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης (ΣΕΠ) για δασικές πυρκαγιές και πλημμύρες, αντίστοιχα.

Το ΣΕΠ για δασικές πυρκαγιές εφαρμόζεται σε όλη την Ελλάδα και περιλαμβάνει 5 υποσυστήματα, με τα οποία πραγματοποιούνται τα ακόλουθα: (α) Πρόγνωση και αποτύπωση των δεικτών επικινδυνότητας εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς για τις επόμενες ημέρες, (β) αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο των τρεχουσών μετεωρολογικών συνθηκών από το σύνολο των σταθμών που διαθέτει το ΜΕΤΕΟ, (γ) λεπτομερή αποτύπωση των συνθηκών τοπίου, (δ) έγκαιρο εντοπισμό των δασικών πυρκαγιών με την αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων, και (ε) εφαρμογή του μοντέλου υψηλής ανάλυσης IRIS για τον προσδιορισμό της διάδοσης των μετώπων των πυρκαγιών. Η λεπτομερής χωρική αποτύπωση των συνθηκών τοπίου, όπως π.χ. της κάλυψης γης, του τύπου δάσους/καύσιμης ύλης, της υγρασίας εδάφους κ.α. πραγματοποιείται με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων υψηλής και μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας για τον εμπλουτισμό των χρησιμοποιούμενων βάσεων δεδομένων, ενώ για τη βελτιστοποίηση του αλγορίθμου ακριβούς και έγκαιρου εντοπισμού των δασικών πυρκαγιών αξιοποιούνται πολυφασματικά δορυφορικά δεδομένα ποικίλων χωρικών διακριτικών ικανοτήτων. Το ΣΕΠ για δασικές πυρκαγιές, το οποίο περιλαμβάνει οπτική παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων και της εξέλιξης των πυρκαγιών, αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιχειρησιακή υποστήριξη της Πολιτείας.

Το ΣΕΠ για τις πλημμύρες αποτελείται από τις ακόλουθες 6 δράσεις: (α) Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων υφιστάμενης κατάστασης, (β) αξιοποίηση νέων τεχνολογιών για την εκτίμηση κινδύνου έντονου καιρικού φαινομένου με τη δόμηση συστήματος έγκαιρης ανίχνευσης ακραίων καιρικών φαινομένων, (γ) βέλτιστος σχεδιασμός του ΣΕΠ για τις πλημμύρες, (δ) διερεύνηση μαθηματικής υδρολογικής-υδραυλικής προσομοίωσης (βλ. Εικόνα 2) και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της για την εκτίμηση της επικινδυνότητας, της τρωτότητας και του κινδύνου πλημμύρας, (ε) διερεύνηση των επιπτώσεων της πλημμύρας και σχεδιασμός προσαρμογής της ευρύτερης περιοχής σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής με τη χαρτογραφική αποτύπωση της τρωτότητας σε τρέχουσες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες, και (στ) διερεύνηση των τρόπων διάδοσης και επικοινωνίας των προειδοποιήσεων και εκπαίδευσης-ενημέρωσης για τις πλημμύρες. Το ΣΕΠ για τις πλημμύρες σχεδιάζεται υποδειγματικά σε μια περιοχή της Περιφέρειας Αττικής με υψηλό κίνδυνο πλημμύρας, όπως π.χ. τη Μάνδρα, και μπορεί να αποτελέσει υπόδειγμα ΣΕΠ για άλλες περιοχές της Περιφέρειας Αττικής και της χώρας, καθώς και να επεκταθεί σε επιχειρησιακό επίπεδο.



Εικόνα 2. Σύγκριση υπολογισμένης με το μοντέλο MM TELEMAC-2D και παρατηρηθείσας από το BEYOND (με ρόζ χρώμα) έκτασης της πλημμύρας του Νοεμβρίου 2017 στη Μάνδρα Αττικής στις 08:30

Πρώτα αποτελέσματα της δράσης

Νίκος Μιχαλόπουλος

Διευθυντής του
Ινστιτούτου Ερευνών
Περβάλλοντος και Βιώσιμης
ανάπτυξη του Εθνικού
Αστεροσκοπείου Αθηνών
(ΕΑΑ)

Επιστημονικά υπεύθυνος
του Climpact

Οι Επιπτώσεις του Lockdown για την μείωση της εξάπλωσης του COVID-19, στα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα

Στο πλαίσιο της συνεχούς παρακολούθησης των επιπέδων των θερμοκηπικών αερίων στην Ελλάδα, αξιολογήθηκε από τις ομάδες του ΕΑΑ και του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι επιπτώσεις των περιοριστικών μέτρων κυκλοφορίας για την πρόληψη της εξάπλωσης του COVID-19 στα επίπεδα τους. Μελετήθηκε η εξέλιξή τους σε σχέση τόσο με την περίοδο πριν τα μέτρα όσο και σε σύγκριση με προηγούμενα χρόνια, λαμβάνοντας υπόψη και τις μεταβολές στις μετεωρολογικές συνθήκες.

Έτσι για πρώτη φορά παρέχεται με συνεχείς μετρήσεις η συγκέντρωση των κυρίων θερμοκηπικών αερίων, του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του μεθανίου (CH₄), ενώ συμπληρωματικά πραγματοποιούνται και μετρήσεις που αφορούν στους κυρίους ρύπους που εκπέμπονται από ανθρωπογενείς διεργασίες, όπως τα οξειδία του αζώτου (NO_x : NO + NO₂), μαύρο άνθρακα (BC), μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μικρομέτρων (PM_{2.5}). Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνται τόσο σε αστικό περιβάλλον, από την ομάδα Ατμοσφαιρικής Φυσικής και Χημείας (<http://apcg.meteo.noa.gr/>), του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, όσο και στον σταθμό υποβάθρου του Φινοκαλιά από το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών και Χημικών Διεργασιών (ΕΠΕΧΗΔΙ) του Πανεπιστημίου Κρήτης; <https://ecpl.chemistry.uoc.gr/>).

Ως ορόσημο για τη σύγκριση των επιπέδων ρύπανσης ορίστηκε η 23η Μαρτίου 2020, οπότε και ξεκίνησε η απαγόρευση της κυκλοφορίας και οι μετρήσεις αφορούν μέχρι και το τέλος Απριλίου 2020, ενώ η περίοδος από την 1η ως και την 22η Μαρτίου 2020 χρησιμοποιήθηκε ως αναφορά των συγκεντρώσεων πριν την εφαρμογή των μέτρων. Επισημαίνεται ότι η αυξημένη βροχόπτωση κατά την δεύτερη περίοδο δεν έχει καμία επίδραση στα υπολογιζόμενα ποσοστά μεταβολής στους αέριους και μικρή στους σωματιδιακούς ρύπους.

Τα κύρια συμπεράσματα συνοψίζονται ως ακολούθως:

Α. Στην Αθήνα παρουσιάστηκε μείωση στις συγκεντρώσεις των αερίων ρύπων που σχετίζονται με διεργασίες καύσης. Συγκεκριμένα, τα οξειδία του αζώτου (NO_x) που προέρχονται κυρίως από τις εκπομπές των αυτοκινήτων, μειώθηκαν κατά περίπου 45%, με τα επίπεδα του διοξειδίου του αζώτου (NO₂), που αποτελεί θεσμοθετημένο ρύπο, να μειώνονται κατά περίπου 35%. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), που παράγεται από ατελείς καύσεις ορυκτών καυσίμων και βιομάζας, επίσης παρουσιάζει μείωση της τάξης του 30%. Αντίθετα στο Φινοκαλιά, που αντιπροσωπεύει το περιοχικό «υπόβαθρο» δεν παρουσιάστηκε κάποια σημαντική μεταβολή στους παραπάνω ρύπους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), που παρουσίασε αύξηση της τάξης του 6%, συγκρίσιμη με αυτή της αντίστοιχης περιόδου του 2019.

Β. Αναφορικά με τα θερμοκηπικά αέρια. Στην Αθήνα, το μεν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μειώθηκε κατά 1,2%, ενώ το μεθάνιο παρουσιάστηκε αμετάβλητο, υποδηλώνοντας εκπομπές από διαφορετικές πηγές και ουσιαστικά πολύ μικρή εξάρτηση των εκπομπών του μεθανίου από την κυκλοφορία. Αντίθετα στον σταθμό υποβάθρου του Φινοκαλιά και τα δύο θερμοκηπικά αέρια παρουσίασαν αύξηση την περίοδο των μέτρων και μάλιστα συγκρίσιμη με αυτή της αντίστοιχης περιόδου του 2019.

Γ. Τέλος για την περιοχή της Αθήνας, υπολογίστηκε η αστική συνεισφορά και για τα δυο θερμοκηπικά αέρια, λαμβάνοντας υπόψη το περιοχικό υπόβαθρο που μετρήθηκε στον Φινοκαλιά. Για το μεν διοξείδιο του άνθρακα η παρατηρούμενη μείωση, την περίοδο των μέτρων σχετικά με την περίοδο αναφοράς, ήταν ακόμα πιο εντυπωσιακή καθώς κυμάνθηκε στο 43% ενώ για το μεθάνιο ήταν όπως αναμενόταν χαμηλότερη από αυτή του διοξειδίου του άνθρακα και μόλις 8%.

Συμπερασματικά, η περίοδος 23 Μαρτίου – τέλος Απριλίου 2020, οπότε και εφαρμόστηκαν τα μέτρα περιορισμού κυκλοφορίας στο πλαίσιο της πρόληψης της εξάπλωσης της πανδημίας COVID-19, εμφανίστηκε μείωση στις συγκεντρώσεις των θερμοκηπικών αερίων μόνο στην Αθήνα που έφτασε το 43% στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα. Σε περιοχικό όμως επίπεδο και τα δυο θερμοκηπικά αέρια φαίνεται να συνεχίζουν την αυξητική τους πορεία. Οι μετρήσεις και η ανάλυση των δεδομένων συνεχίζονται συστηματικά με στόχο την παρακολούθηση των επιπτώσεων των μέτρων στα επίπεδα των θερμοκηπικών αερίων και την καλύτερη κατανόηση των πηγών τους.

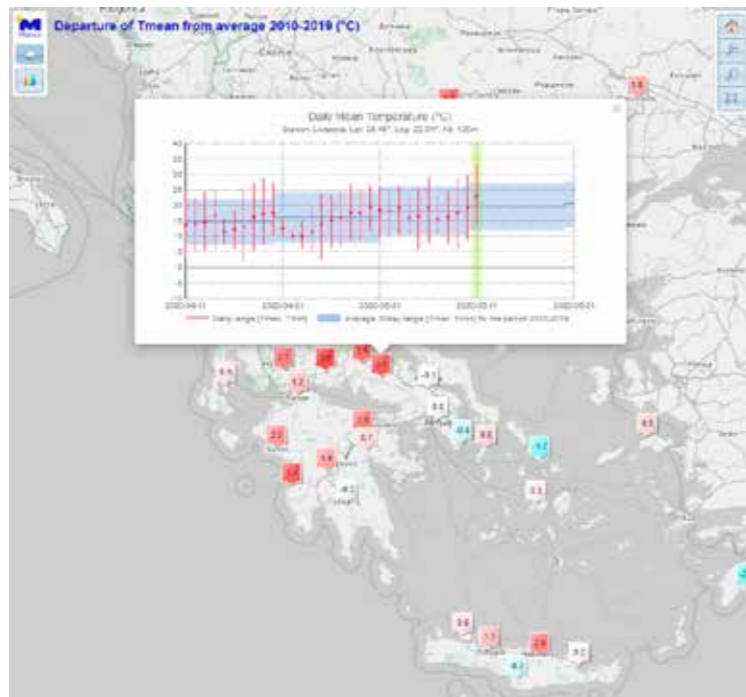
Για περισσότερες πληροφορίες ή διευκρινίσεις μπορείτε να απευθυνθείτε στον ΕΥ του προγράμματος Καθ. Ν. Μιχαλόπουλο (nmihalo@noa.gr). Για τις μετρήσεις σε Αθήνα και Φινοκαλιά αντίστοιχα στους επικεφαλής της Ομάδας Ατμοσφαιρικής Φυσικής και Χημείας Δρ. Ευάγγελο Γερασόπουλο (egega@noa.gr) και στην διευθύντρια του ΕΠΕΧΗΔΙ Καθ. Μ. Κανακίδου (mariak@uoc.gr).

Νέα & Ανακοινώσεις

Εφαρμογή επισκόπησης ιστορικών δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών του ΕΑΑ

Στο πλαίσιο του CLIMPACT το ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ προχώρησε στη διάθεση ημερήσιων δεδομένων για την περίοδο 2010-2019 από 53 σταθμούς του δικτύου του. Η διάθεση γίνεται με 2 τρόπους:

1. Μέσω της διαδραστικής εφαρμογής στη σελίδα www.meteo.gr/climate η οποία επιτρέπει στο χρήστη να: επιλέξει διαγράμματα μέσω τιμών (θερμοκρασίας και βροχής) σε μηνιαίες και δεκαήμερες περιόδους για τους 53 σταθμούς καθώς και επιλέξει επισκόπηση της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας για τους 53 σταθμούς για τις τελευταίες 30 ημέρες, η οποία παρουσιάζεται σε διάγραμμα σε σχέση με τις μέσες τιμές των αντίστοιχων δεκαημέρων της δεκαετίας 2010-2019.
2. Μέσω του Αποθετηρίου Δεδομένων του CLIMPACT, το οποίο λειτουργεί υπό τη εποπτεία του Ερευνητικού Κέντρου Αθηνά, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να προσπελάσει τις ημερήσιες τιμές των 53 σταθμών για τη δεκαετία 2010-2019.



Ημερίδα του Ερευνητικού Κέντρου «Αθηνά» με θέμα «Επιστήμη Δεδομένων για την Κλιματική Αλλαγή»

Την Πέμπτη 23 Απριλίου 2020 το Ε.Κ. «Αθηνά» διοργάνωσε μια ημερίδα με θέμα «Επιστήμη Δεδομένων για την κλιματική αλλαγή» στα πλαίσια της εμβληματικής δράσης «Εθνικό Δίκτυο για την Κλιματική Αλλαγή και τις επιπτώσεις της».

Στην ημερίδα συμμετείχαν επιστήμονες από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα της χώρας συμπεριλαμβανομένων των Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πολυτεχνείο Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ακαδημία Αθηνών, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, και Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών.

Κεντρικός στόχος της ημερίδας ήταν να τεθούν τα θεμέλια για τη δημιουργία ενός ενιαίου αποθετηρίου δεδομένων σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Η κατανόηση και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής συνδέεται άρρηκτα με τα δεδομένα. Προσφέροντας σε όλους τους επιστήμονες τη δυνατότητα να επεξεργαστούν με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους το σύνολο των δεδομένων που συλλέγει και επεξεργάζεται η επιστημονική κοινότητα, ανοίγονται νέες προοπτικές έρευνας και προόδου. Σε αυτό το πλαίσιο, στην ημερίδα παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν οι ανάγκες, προδιαγραφές, και δυνατότητες για τη συλλογή, αποθήκευση, και επεξεργασία δεδομένων και μετρικών διαφορών περιβαλλοντικών φαινομένων, καθώς και τυπικά σενάρια χρήσης και απεικόνισης των δεδομένων αυτών με σύγχρονες τεχνολογίες της πληροφορίας όπως μηχανική μάθηση, μοντέλα πρόβλεψης και ανάλυσης. Συζητήθηκε τέλος η σχεδίαση του ενιαίου αποθετηρίου δεδομένων και καθορίστηκαν τα επόμενα βήματα για την υλοποίησή του.



Επικοινωνήστε με το δίκτυο

Climpact@noa.gr

Τηλ. 210 3490107

Επιμέλεια έκδοσης

Αθηνά Δήμου

Υπεύθυνη διάχυσης – δικτύωσης CLIMPACT